

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-270725

(P2003-270725A)

(43)公開日 平成15年9月25日(2003.9.25)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 3 B 21/60

識別記号

F I

G 0 3 B 21/60

テーマコード(参考)

Z 2 H 0 2 1

審査請求 有 請求項の数20 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願2002-70799(P2002-70799)

(22)出願日 平成14年3月14日(2002.3.14)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 下田 和人

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72)発明者 河嶋 利孝

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74)代理人 100110434

弁理士 佐藤 勝

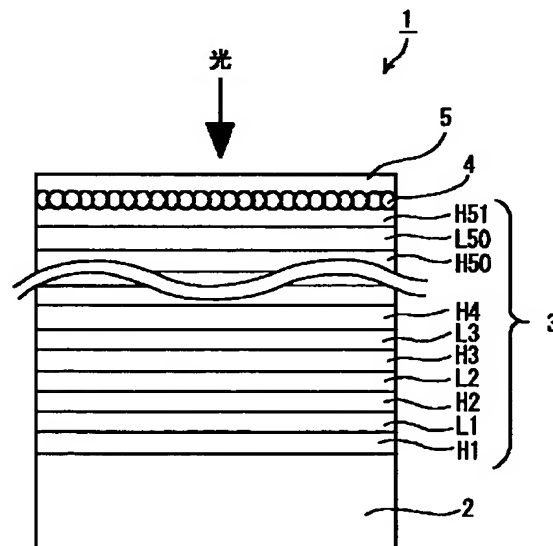
Fターム(参考) 2H021 BA02 BA04 BA08 BA09 BA10

(54)【発明の名称】 投影用スクリーン及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を提供する。

【解決手段】 本発明に係る投影用スクリーンは、光源11からの光を投影して画像を表示する投影用スクリーン1であって、特定波長帯の光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する誘電体多層膜からなる光学薄膜3を備え、該光学薄膜3はマトリクス法に基づいたシミュレーションにより上記誘電体多層膜の各層の膜厚設計がされていることを特徴とするものである。そして、以上のように構成された本発明に係る投影用スクリーンにおいては、光学薄膜3はいわゆる帯域フィルターとしての役割を果たす。すなわち、上記光学薄膜3は、特定波長帯の光のみを反射させ、これ以外の波長の光は透過させることにより、これらを分離する作用を持つ波長帯域フィルターとして機能する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、

特定波長帯の光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する誘電体多層膜からなる光学薄膜を備え、該光学薄膜はマトリクス法に基づいたシミュレーションにより上記誘電体多層膜の各層の膜厚設計がされていることを特徴とする投影用スクリーン。

【請求項2】 上記光学薄膜が、高屈折率層と低屈折率層とを交互に積層した誘電体多層膜からなり、且つ該誘電体多層膜の各層の厚みが5nm～100nmであることを特徴とする請求項1記載の投影用スクリーン。

【請求項3】 上記高屈折率層が、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ のいずれかよりなることを特徴とする請求項2記載の投影用スクリーン。

【請求項4】 上記低屈折率層が、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgF}_2$ のいずれかよりなることを特徴とする請求項2記載の投影用スクリーン。

【請求項5】 上記光学薄膜の最外層上に、または光学薄膜の中間層として光拡散層を備えてなることを特徴とする請求項1記載の投影用スクリーン。

【請求項6】 上記光拡散層が複数層設けられてなることを特徴とする請求項5記載の投影用スクリーン。

【請求項7】 上記光拡散層が、ビーズを配列して構成された層またはマイクロレンズアレーが形成されたフィルムよりなることを特徴とする請求項5記載の投影用スクリーン。

【請求項8】 上記光学薄膜の透過光を吸収する光吸収層を備えることを特徴とする請求項1記載の投影用スクリーン。

【請求項9】 上記光吸収層が、黒色塗料を含有してなることを特徴とする請求項8記載の投影用スクリーン。

【請求項10】 上記光吸収層が、黒色塗料を含有して形成された支持体であることを特徴とする請求項9記載の投影用スクリーン。

【請求項11】 上記光学薄膜が形成される支持体が可撓性を有することを特徴とする請求項1記載の投影用スクリーン。

【請求項12】 上記支持体がポリマー材料からなることを特徴とする請求項11記載の投影用スクリーン。

【請求項13】 上記ポリマー材料が、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリエーテルサルフォン、ポリオレフィンのいずれかであることを特徴とする請求項12記載の投影用スクリーン。

【請求項14】 上記光がレーザー光であることを特徴とする請求項1記載の投影用スクリーン。

【請求項15】 上記特定波長が、赤色波長、緑色波長及び青色波長を含むことを特徴とする請求項1記載の投影用スクリーン。

【請求項16】 誘電体多層膜からなる光学薄膜を備え、光源からの光を投影して画像を表示する投影用スクリーンの製造方法であって、マトリクス法に基づいたシミュレーションにより特定波長帯の光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有するように上記誘電体多層膜の各層の膜厚を設計することを特徴とする投影用スクリーンの製造方法。

【請求項17】 上記光学薄膜を支持する支持体上に上記光学薄膜を形成する工程と、

当該光学薄膜の最外層上に、または光学薄膜の中間層として光拡散層を形成する工程とを備えることを特徴とする請求項16記載の投影用スクリーンの製造方法。

【請求項18】 上記支持体として黒色塗料を含有して形成された支持体を用いることを特徴とする請求項17記載の投影用スクリーンの製造方法。

【請求項19】 上記支持体として、光透過性の支持体を使用し、当該光透過性の支持体の表面に光吸収層を形成することを特徴とする請求項17記載の投影用スクリーンの製造方法。

【請求項20】 高屈折率層と低屈折率層とを交互に積層して上記光学薄膜を形成することを特徴とする請求項16記載の投影用スクリーンの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、投影用スクリーンに関するものであり、特に、明光下でもプロジェクター光による投影画像が良好に認識できる投影用スクリーンに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、会議等において発言者が資料を提示する方法としてオーバーヘッドプロジェクターやスライドプロジェクターが広く用いられている。また、一般家庭においても液晶を用いたビデオプロジェクターや動画フィルムプロジェクターが普及しつつある。これらプロジェクターの映写方法は光源から出力された光を、例えば透過形の液晶パネル等によって光変調して画像光を形成し、この画像光をレンズ等の光学系を通して出射してスクリーン上に映写するものである。

【0003】例えばスクリーン上にカラー画像を形成することができるフロント・プロジェクターは、光源から出射された光線を赤(R)、緑(G)、青(B)の各色の光線に分離して所定の光路に収束させる照明光学系と、この照明光学系によって分離されたRGB各色の光束をそれぞれ光変調する液晶パネル(ライトバルブ)と、液晶パネルにより光変調されたRGB各色の光束を合成する光合成部とを備え、光合成部により合成したカラー画像を投射レンズによりスクリーンに拡大投影するようにしている。

【0004】また、最近では、光源として狭帯域三原色

光源を使用し、液晶パネルの代わりにグレーティング・ライト・バルブ（GLV：Grating Light Valve）を用いてRGB各色の光束を空間変調するタイプのプロジェクター装置も開発されている。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したようなプロジェクターにおいては、投影像を得るために投影用スクリーンが用いられるが、この投影用スクリーンには大別して、スクリーンの裏面から投影光を照射してスクリーンの表面から見る透過型のものと、スクリーンの表側から投影光を照射して当該投影光のスクリーンでの反射光を見る反射型のものとがある。いずれの方式にしても、視認性の良好なスクリーンを実現するためには、明るい画像、コントラストの高い画像が得られることが必要である。

【0006】しかしながら、上述したようなフロント・プロジェクターは、自発光型ディスプレイやリアプロジェクターとは異なり、例えばNDフィルターを用いて外光の映り込みを低減することができず、スクリーン上の明所コントラストを高くすることが困難であるという問題がある。

【0007】このような問題に対処するために、例えば特許第2889153号では、図10に示すように拡散板101上に形成された透明層102が形成され、当該透明層102の表面に突起103が形成されている。そして、当該突起103の側面のみに部分的に不透明層104として黒塗装部を形成して黒レベルを下げることで明るさとコントラストを高めているが、パターン形成や部分塗装に時間と手間を要する。また、スクリーンは、収納性の観点から可撓性を有することが好ましいが、この例ではスクリーンに可撓性を付与することができない。また、スクリーンに可撓性を付与した例としては、図11に示すように特許第3103802号が例示できるが、この例では、支持材201、反射層202、光吸収層203、拡散層204のスクリーンを構成する全ての層が可撓性を有することによりスクリーン自体にも可撓性が付与されている。しかしながら、反射層よりも表面側に光吸収層が配されており、反射させたい光までも光吸収層が吸収してしまうため白レベルが下がってしまう。

【0008】すなわち、上述したようなプロジェクターの映写方法においては、画像処理された投影光をスクリーンで反射させるため、画像のコントラストは周囲の明るさに大きく左右され、単にスクリーンの反射率を上げても、投影光のみならず外光の反射率も上がるため、画像の認識率が低くなる。したがって、映写環境が明るい場合には明瞭な画像を得ることは難しい。

【0009】そこで、本発明は上述した従来の実情に鑑みて創案されたものであり、本発明の目的は映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を提供することにあ

る。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成する本発明に係る投影用スクリーンは、光源からの光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、特定波長帯の光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する誘電体多層膜からなる光学薄膜を備え、該光学薄膜はマトリクス法に基づいたシミュレーションにより誘電体多層膜の各層の膜厚設計がされていることを特徴とするものである。

【0011】以上のように構成された本発明に係る投影用スクリーンにおいては、光学薄膜はいわゆる帯域フィルターとしての役割を果たす。すなわち、上記光学薄膜は、特定波長帯の光のみを反射させ、これ以外の波長の光は透過させることにより、これらを分離する作用を持つ波長帯域フィルターとして機能する。

【0012】この光学薄膜の作用によりこの投影用スクリーンでは、特定波長帯の光はその大部分が反射される。これに対して、例えば外光が入射した場合には、その大部分が投影用スクリーンを透過し、ほとんど反射することがない。

【0013】したがって、本発明に係る投影用スクリーンにおいては、特定波長の光のみを選択的に反射することができ、通常のスクリーンに比べて相対的に外光の反射を抑えることができる。その結果、投影用スクリーン上に形成される画像のコントラストの低下が抑制されるとともに外光の映り込みが効果的に低減され、明るい画像を得ることができる。したがって、この投影用スクリーンでは、映写環境が明るい場合においても明瞭な画像が得られ、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を得ることができる。

【0014】上記のような機能を得るためには、光学薄膜の設計が重要である。例えば、光学薄膜として、高屈折率層と低屈折率層とを交互に重ねた誘電体多層膜を用い、当該誘電体多層膜の各層の構成を、マトリクス法に基づいたシミュレーションにより光学薄膜が特定波長帯の光のみを反射させ該特定波長帯以外の光を透過させるように設計することで、上述した効果を得ることができる。

【0015】ここで、光学薄膜をマトリクス法に基づいたシミュレーションにより特定波長帯の光のみを反射させ該特定波長帯以外の光を透過させるように設計されている場合、光学薄膜には、特定波長に対する反射帯が形成される。この結果、特定波長に対しては、高反射特性を発揮する。一方、この波長以外の可視波長域光に対しては、高透過特性を有することになる。

【0016】したがって、特定波長として赤色波長、緑色波長及び青色波長を選択して、マトリクス法に基づいたシミュレーションによりこれらの波長帯の光のみを反

10

20

30

40

50

射させるとともにこれらの波長帯以外の波長帯の光を透過させるように設計することで、光学薄膜にはこれらの波長に対する反射帯が形成される。その結果、これらの波長に対しては高反射特性を発揮し、それ以外の波長の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を構成することができる。

【0017】本発明にかかる投影用スクリーンは、上記帯域フィルターとして機能する光学薄膜に加えて、光学薄膜の最外層上に、または光学薄膜の中間層として光拡散層を備えるようにすることが有効である。光拡散層は、光学薄膜で反射された光を散乱して散乱光を得るものである。光拡散層が無い場合、観察者は、投影用スクリーンからの反射光として、反射スペキュラー成分のみを見ることになる。反射スペキュラー成分のみでは、良好な画像を視認することが難しい、視野が限られる等、観察者にとって不利である。これに対し、光拡散層を配すれば、観察者は拡散光を観察することになり視野特性が大幅に改善され、自然な画像を視認することが可能になる

【0018】また、上述した目的を達成する本発明に係る投影用スクリーンの製造方法は、誘電体多層膜からなる光学薄膜を備え、光源からの光を投影して画像を表示する投影用スクリーンの製造方法であって、マトリクス法に基づいたシミュレーションにより特定波長帯の光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有するように誘電体多層膜の各層の膜厚を設計することを特徴とするものである。

【0019】以上のような本発明に係る投影用スクリーンの製造方法においては、マトリクス法に基づいたシミュレーションにより誘電体多層膜の各層の膜厚を設計することにより、いわゆる帯域フィルターとしての役割を果たす光学薄膜を作製することができる。すなわち、特定波長帯の光のみを反射させ、これ以外の波長の光は透過させることにより、これらを分離する作用を持つ波長帯域フィルターとして機能する光学薄膜を作製することができる。

【0020】このように設計された光学薄膜を備える投影用スクリーンでは、特定波長帯の光はその大部分が反射される。これに対して、例えば外光が入射した場合には、その大部分が投影用スクリーンを透過し、ほとんど反射することがない。

【0021】したがって、この投影用スクリーンにおいては、特定波長の光のみを選択的に反射することができ、通常のスクリーンに比べて相対的に外光の反射を抑えることができる。その結果、投影用スクリーン上に形成される画像のコントラストの低下が抑制されるとともに外光の映り込みが効果的に低減され、明るい画像を得ることができる。したがって、本発明に係る投影用スクリーンの製造方法では、映写環境が明るい場合において

も明瞭な画像が得られ、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を得ることができる投影用スクリーンを作製することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面を参照しながら説明する。なお、本発明は、以下の記述に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

【0023】本発明に係る投影用スクリーンは、光源からの光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、特定波長帯の光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する誘電体多層膜からなる光学薄膜を備え、該光学薄膜はマトリクス法に基づいたシミュレーションにより誘電体多層膜の各層の膜厚設計がされていることを特徴とするものである。

【0024】図1に本発明を適用して構成した投影用スクリーンであるフロント・プロジェクター用スクリーンの断面図を示す。プロジェクター用スクリーン1は、グレーティング・ライト・バルブ（GLV：Grating Light Valve、以下GLVと呼ぶ。）を用いた回折格子型プロジェクターの画像を表示するプロジェクター用スクリーンであり、回折格子型プロジェクターの光源である三原色光源からの出力光である三原色波長域光を投影して画像を表示する。プロジェクター用スクリーン1は、スクリーン基板2上に帯域フィルターとして機能する誘電体多層膜である光学薄膜3を備えてなるものであり、当該光学薄膜3上には、光拡散層4が設けられ、さらにその上には保護膜5が形成されている。

【0025】スクリーン基板2は、プロジェクター用スクリーン1の支持体となるものであり、例えばポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルサルフォン（PES）、ポリオレフィン（PO）等のポリマーにより構成することができる。また、スクリーン基板2は、黒色塗料等を含ませることにより黒色に形成されている。このようにスクリーン基板2の色を黒色とすることにより、スクリーン基板自体が光吸収層として機能し、後述するように光学薄膜3を透過した光をスクリーン基板2が吸収するために光学薄膜3を透過した光の反射を防ぐことができる。これにより、後述するように確実に三原色波長域光のみを反射光として得ることが可能となり、黒レベルを高め、コントラストを向上させることが可能となる。

【0026】また、スクリーン基板2を用いる代わりに、スクリーン基板2の表側に黒色塗装を施した構成としても良く、この場合は、黒色塗装が光吸収層として機能し、光学薄膜3を透過した光を反射させずに吸収して黒レベルを高め、コントラストを向上させることができる。このように光吸収層を光学薄膜3上ではなく、スク

リーン基板2の表面に形成することにより必要な光を吸収させることなく、三原色波長以外の光を効果的に吸収することができる。なお、図1においては黒色PETによりスクリーン基板2を構成し、スクリーン基板2が支持体としての機能と光拡散層としての機能とを兼ねた構成としている。

【0027】また、スクリーン基板2として可撓性を有する材料を用いることにより、プロジェクター用スクリーン1自体に可撓性を付与し、可撓性を有するプロジェクター用スクリーン1を実現することができる。

【0028】光学薄膜3は、高屈折率材料により形成された誘電体薄膜である高屈折率層Hと、低屈折率材料により形成された誘電体薄膜である低屈折率層Lとを交互に重ねてなる誘電体多層膜であり、当該誘電体多層膜の各層の構成を、マトリクス法に基づいたシミュレーションにより光学薄膜が特定波長帯の光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有するように膜厚設計したものである。

【0029】そして、プロジェクタースクリーン1においては、特定波長として赤色波長、緑色波長及び青色波長を選択して、マトリクス法に基づいたシミュレーションによりこれらの波長帯の光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有するように設計された高屈折率層H1～H51と低屈折率層L1～L50とが交互に積層されて図1に示すように光学薄膜3が構成されている。

【0030】ここで、マトリクス法に基づいたシミュレーションの設計理論の概要について説明する。例えば図2に示すように複数の異なる材料で構成され各層の境界で多重反射が生じる多層光学薄膜系に角度 $\theta_0$ で光が入射した場合、用いる光源の種類及び波長と、各層の光学膜厚(屈折率と幾何学的膜厚との積)に依存して位相が揃い、反射光速は可干渉性を示す場合が生じ、互いに干渉しあうようになる。これが設計の原理である。ここでは、干渉フィルターを例に説明する。

【0031】図2に示した光学薄膜の構成はL層からなり、 $j=1, 2, 3, \dots (L-1), L$ で表した各層は屈折率 $n_j$ 及び幾何学的膜厚 $d_j$ を有するものとす\*

$$M_j = \begin{pmatrix} m_{11} & im_{12} \\ im_{21} & m_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\delta_j & \\ i \cdot n_j \sin\delta_j & \end{pmatrix}$$

また、ここで、 $n_j$ は下記数6に示すものとする。

【0038】

【数6】

$$\delta_j = (2\pi/\lambda)(n_j d_j \cos\theta_j) \dots \dots (6)$$

上記数6において、 $n_j d_j \cos\theta_j$ は、屈折率 $n_j$ でのj番目の層での実効光学膜厚を、また、上記数1～数6において $n$ は、下記数7のように定まる媒質、基板※50

\*る。また、多層膜は屈折率 $n_s$ の基板上に形成され、基板の反対側から媒質(ほとんどの場合は空気 $n_m=1.00$ )に波長 $\lambda$ の光が角度 $\theta_0$ で入射するものとし、また、図示したように各層に入射する角度は $\theta_j$ とする。また、入射光の偏光面は別に定められるものとする。

【0032】以上のような各量から決まる透過率T及び反射率Rを求める計算法は、膜境界面でマクスウェル方程式が境界条件を以下に満足するかを考慮したマトリクス法に基づく。

10 【0033】すなわち、膜面が半無限面であると仮定できれば、L層からなる多層膜の振幅反射係数rあるいは透過係数tはそれぞれ下記の数1及び数2で与えられる。

【0034】

【数1】

$$r = \frac{\eta_m E_m - H_m}{\eta_m E_m + H_m} \dots \dots (1)$$

【数2】

$$t = \frac{2\eta_m}{\eta_m E_m + H_m} \dots \dots (2)$$

ここで、 $E_m$ 及び $H_m$ はそれぞれ下記数3で表される電場及び磁場ベクトルとする。

【0035】

【数3】

$$\begin{pmatrix} E_m \\ H_m \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} 1 \\ \eta_s \end{pmatrix} \dots \dots (3)$$

30 また、Mは下記数4で表されるマトリクス積とする。

【0036】

【数4】

$$M = M_L M_{L-1} \dots M_j \dots M_2 M_1 \dots \dots (4)$$

ここで、Mは $2 \times 2$ のマトリクスであり、したがって $M_j$ は下記数5で表されるこの薄膜系のj番目のマトリクスを意味する。

【0037】

【数5】

$$\begin{pmatrix} i/\eta_j \sin\delta_j \\ \cos\delta_j \end{pmatrix} \dots \dots (5)$$

※及び各層の実行屈折率を表し、入射面に対して平行(p)あるいは垂直(s)な入射光にそれぞれ対応する。

【0039】

【数7】

$$\eta = \begin{cases} n/\cos\theta(p\text{-偏光}) \\ n\cos\theta(s\text{-偏光}) \end{cases} \dots \dots (7)$$

また、角度 $\theta_i$ は、入射媒質での入射角 $\theta_0$ と下記数8に示すスネルの法則で結ばれている。

【0040】

【数8】

$$n_m \sin \theta_0 = n_i \sin \theta_i \cdots \cdots (8)$$

透過及び反射光強度は、それぞれ下記数9及び数10のようになり、透過及び反射に際しての位相変化 $\varepsilon_T$ 及び $\varepsilon_R$ はそれぞれ下記数11及び数12で与えられる。

【0041】

【数9】

$$T = (\eta_i / \eta_m) |t|^2 \cdots \cdots (9)$$

【数10】

$$R = |r|^2 \cdots \cdots (10)$$

【数11】

$$\varepsilon_i = \arg t \cdots \cdots (11)$$

【数12】

$$\varepsilon_r = \arg r \cdots \cdots (12)$$

以上の説明においては、暗黒裏に多層膜を構成する各層は全て吸収が無視できるものとしている。したがって、 $T+R=1$ である。いずれかに吸収があれば屈折率は下記数13で現される複素屈折率に置き換える必要がある。

【0042】

【数13】

$$\tilde{n} = n - ik \cdots \cdots (13)$$

上記数13において、 $k$ は膜の消光係数である。しかし、マトリクスが複素数になってもそのディタミナントは1である。したがって、吸収率 $A$ は、下記数14から求めることができる。

【0043】

【数14】

$$A = 1 - T - R \cdots \cdots (14)$$

また、入射光の偏光状態がランダムに変化する場合の $T$ 及び $R$ は下記数15及び数16により与えられる。

【0044】

【数15】

$$T = 1/2(T_p + T_s) \cdots \cdots (15)$$

【数16】

$$R = 1/2(R_p + R_s) \cdots \cdots (16)$$

以上のような方程式に基づいたシミュレーションで光学薄膜系の諸特性を求めることができる。そして、本発明においては、これらの方程式に基づいたシミュレーションを行うことにより、所望の特性を有する光学薄膜3の膜厚設計を行うものである。

【0045】光学薄膜3をマトリクス法に基づいたシミュレーションにより特定波長帯の光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対

しては高透過特性を有するように膜厚設計した場合、すなわち、特定波長帯の光のみを反射させ該特定波長帯以外の光を透過させるように膜厚設計した場合、光学薄膜3には、特定波長に対する反射帯が形成される。この反射帯が形成されることにより、この光学薄膜3では光源からの出力光である三原色波長光が透過することなく反射される。また、光学薄膜3は、この反射帯以外の波長帯域の光は透過させる。したがって、光学薄膜3は、三原色波長光を選択的に反射し、これ以外の波長帯域の光を選択的に透過させる三原色波長帯域フィルターとしての機能を有する。この結果、特定波長に対しては、高反射特性を発揮する。一方、この波長以外の可視波長域光に対しては、高透過特性を有することになる。

【0046】したがって、特定波長として赤色波長、緑色波長及び青色波長を選択して、マトリクス法に基づいたシミュレーションによりこれらの波長帯の光のみを反射させるとともにこれらの波長帯以外の波長帯の光を透過させるように膜厚設計した場合、光学薄膜3にはこれらの波長に対する反射帯が形成される。その結果、三原色波長の光に対しては高反射特性を発揮し、それ以外の波長の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を構成することができる。

【0047】本発明においては、赤色波長、緑色波長及び青色波長のなかでもある特定の狭帯域の波長域の光のみを反射するように設計することも可能であり、逆にある程度広い波長域の光を反射するように設計することも可能である。また、特定波長設定域は赤色波長、緑色波長及び青色波長に限定されるものではなく、他の波長域に設定することも可能であり、特定波長域の設定域は3つに限定されるものではなく、1つでも良く、またもっと多数でも良い。

【0048】すなわち、本発明においては、マトリクス法に基づいたシミュレーションにより光学薄膜3の膜厚設計を行うことで、光学薄膜3における反射帯の設定波長域、また、その数を自在に設定することが可能であり、光学薄膜3の光学特性において設計自由度が非常に大きいため、所望の特性を有する光学薄膜3を実現することが可能である。

【0049】したがって、プロジェクター用スクリーン1は、特定波長として赤色波長、緑色波長及び青色波長を選択して、マトリクス法に基づいたシミュレーションによりこれらの波長帯の光のみを反射させるとともにこれらの波長帯以外の波長帯の光を透過させるように設計した光学薄膜3を備えることにより、三原色光源から出力光である三原色波長光は選択的に反射するが、これ以外の波長帯域の光を選択的に透過させることができる。そして、このような光学薄膜3を透過した光は、上述したように光吸収層として機能するスクリーン基板2により反射されることなく吸収されるため、反射帯で反射された三原色波長光のみを反射光として取り出すことが可



能である。

【0050】これにより、このプロジェクター用スクリーン1では、仮にプロジェクター用スクリーン1に外光が入射しても、三原色波長光以外の光は透過させることによりカットするため、外光に起因したコントラストの低下や外光の映り込み等の不具合を防止することが可能である。

【0051】すなわち、このプロジェクター用スクリーン1においては、三原色波長光のみを選択的に反射させることができ、通常のスクリーンに比べて相対的に外光の反射を抑えることができるため、プロジェクター用スクリーン1上に形成される画像のコントラストの低下を抑制することができるとともに外光の映り込みを効果的に低減することができ、明るい画像を得ることができる。したがって、このプロジェクター用スクリーン1では、映写環境が明るい場合においても明瞭な画像が得られ、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を得ることが可能である。

【0052】また、以上説明してきたことから、プロジェクターの三原色光源からの出力光の波長特性を急峻にするほど上述した光学薄膜3の作用との相乗効果により、スクリーン上での反射光をプロジェクターからの出力光のみの反射光とすることができるので本発明の効果が増す。そして、このような三原色光源としては、例えばレーザー光のように波長の広がり数が数nm程度である光源が好適である。

【0053】ここで、高屈折率層Hは、例えば五酸化ニオブ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ )、二酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )、五酸化タンタル( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ )などの高屈折率材料により構成することができる。また、低屈折率層Lは、例えば二酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )や弗化マグネシウム( $\text{MgF}_2$ )などの低屈折率材料により構成することができる。なお、本発明においては、高屈折率層Hの構成材料は、上述したものに限定されるものではなく、屈折率が2.0~2.6程度のものであれば種々のものを用いることができる。同様に、低屈折率層Lの構成材料は、上述したものに限定されるものではなく、屈折率が1.3~1.5程度のもので種々のものを用いることができる。

【0054】また、光学薄膜3を構成する誘電体多層膜の膜厚、すなわち、高屈折率層H及び低屈折率層Lの各層の厚みは、5nm~100nm程度とすることが好ましい。このような厚みの高屈折率層H及び低屈折率層Lを重ね合わせることで三原色波長帯域フィルターとして良好に機能する光学薄膜3を確実に実現することができる。

【0055】また、光学薄膜3を構成する誘電体多層膜の層数は、特に限定されるものではなく、所望の層数とすることができ、例えば図1に示すように101層とすることができる。また、誘電体多層膜は、狭帯域三原色波長域光入射側及びその反対側の最外層が高屈折率層と

される奇数層により構成されることが好ましい。誘電体多層膜、すなわち光学薄膜3を奇数層の誘電体薄膜により構成することにより、誘電体多層膜を偶数層の誘電体薄膜により構成した場合と比して三原色波長帯域フィルターとして機能が優れたものとなる。

【0056】そして、具体的な層数としては、高屈折率層Hと低屈折率層Lとの合計を50層~100層程度とすることが好ましい。層数が少なすぎる場合には、三原色波長帯域フィルターとしての機能を十分に発揮する光学薄膜3を設計できない虞があり、また、層数が多すぎる場合には、光学薄膜3の作製に時間を要する。したがって、高屈折率層Hと低屈折率層Lとの合計層数を50層~100層程度として光学薄膜3を構成することにより、三原色波長帯域フィルターとして十分に機能する光学薄膜3を効率よく構成することができる。

【0057】また、このプロジェクター用スクリーン1は、図1に示すように光学薄膜3上に光拡散層4を備える。光拡散層4は、光学薄膜3で反射された光を散乱して散乱光を得るものである。プロジェクター用スクリーン1は、光学薄膜3を備えることにより三原色波長域の光を反射するため、観察者は、このプロジェクター用スクリーン1に映写された画像の反射画像を観視することになり、すなわち、プロジェクター用スクリーン1に映写された画像の反射光のみを見ることになる。しかし、スクリーンでの反射光が反射スペキュラー成分のみである場合には、良好な画像を視認することが難しい、視野が限られる等、観察者にとって不利である。すなわち、観察者は自然な画像を視認することができない。

【0058】そこで、プロジェクター用スクリーン1に光拡散層4を備えることにより、プロジェクター用スクリーンからの散乱反射光を観視できるように構成されている。図1に示すように、光学薄膜3上に光拡散層4を設けた構成とすることにより、光拡散層4を通過し、光学薄膜3で反射した光が再び光拡散層4を通過する。このとき、光学薄膜3で反射した光は光拡散層4を通過する際に拡散されるため、反射スペキュラー成分以外の散乱反射光を得ることができる。そして、プロジェクター用スクリーン1からの反射光としては、反射スペキュラー成分と散乱反射光とが存在することになるため、観察者は反射スペキュラー成分以外にも散乱反射光を観察することが可能となり、視野特性が大幅に改善される。その結果、観察者は自然な画像を視認することが可能になる。

【0059】また、散乱反射光は、光学薄膜3で反射された光が拡散されたものである。そして、光学薄膜3では所定の波長域の光、すなわち三原色波長光のみが反射されるため、散乱反射光も三原色波長光のみとなる。したがって、プロジェクター用スクリーン1に外光が入射した場合においても、三原色波長光以外の光は散乱反射光とならないため、光拡散層4の作用に起因してコント

ラストの低下や外光の映り込みが発生することが無く、良好な視野特性を得ることが可能となる。

【0060】このような光拡散層4は、特に限定されるものではなく従来公知のものを用いることが可能であり、例えば図1に示すようにビーズを配列した層により構成することができる。このようにビーズを配列することにより構成した光拡散層4は、使用するビーズの種類、大きさ等の諸条件により、ある特定範囲の波長の光に対して優れた光散乱特性を有するなどの特性を設計することも可能である。すなわち、このような光拡散層を備えることにより、ある特定範囲の波長の光に対してのみ優れた光散乱特性を有するプロジェクター用スクリーンを実現することも可能である。また、光拡散層4としては、マイクロレンズアレー（MLA）を形成したフィルムなどを用いることも可能である。

【0061】上述した光拡散層4は、プロジェクター用スクリーンの使用目的等により一層のみを設けても良く、また、複数の光拡散層4を設けても良い。そして、光拡散層4は光学薄膜3上、すなわち誘電体多層膜の最上層に設けても良く、また、誘電体多層膜の中間層として設けても良い。この場合においても、上記と同様の効果を得ることができる。

【0062】保護膜5は、光学的、すなわち帯域フィルターとしての機能はなく、光学薄膜3や光拡散層4を外部から保護するためのものである。例えば、光学薄膜3を構成する材料や光拡散層4を構成する材料が水分に弱く、プロジェクター用スクリーンが湿度の高い環境で使用された場合や、水がかかってしまった場合、光学薄膜3が劣化してしまう虞があり、耐久性や品質が低下してしまう虞がある。また、外的要因により擦り傷や引っ掻き傷等が生じた場合にも、耐久性や品質が低下してしまう虞がある。そこで、保護膜5を形成することにより、光学薄膜3や光拡散層4を保護し、耐久性や品質に優れたプロジェクター用スクリーンを実現できる。

【0063】以上のようなプロジェクター用スクリーン1は、次のようにして作製することができる。

【0064】まず、スクリーン基板として黒色PETからなるスクリーン基板2を用意し、当該スクリーン基板2の一方の表面に誘電体多層膜からなる光学薄膜3を形成する。

【0065】光学薄膜3は、誘電体多層膜として形成し、図1に示すように高屈折率物質からなる誘電体薄膜である高屈折率層H1～H51と、低屈折率物質からなる誘電体薄膜である低屈折率層L1～L50とを交互に101層積層してACスパッタリングにより形成する。このとき、光学薄膜3は、マトリクス法に基づいたシミュレーションにより青色波長域、緑色波長域及び赤色波長域の三原色波長域において高反射特性、また、これら以外の波長域においては高透過特性、すなわち低反射特性を有するように膜厚設計し、各高屈折率層H及び低屈

折率層Lの各層の厚みを設定した上で形成する。

【0066】そして、このように形成した光学薄膜3上に所定の大きさのビーズが配列された光拡散層4を形成し、さらにその上に保護膜5を形成することによりプロジェクター用スクリーン1を作製することができる。なお、光拡散層4及び保護膜5は従来公知の方法により形成することができる。

【0067】また、回折格子型プロジェクターとしては、以下のようなGLVを用いて構成した回折格子型プロジェクター11を用いることができる。

【0068】回折格子型プロジェクター装置11は、図3に示すように、それぞれ赤色光、緑色光、及び青色光を出射する光源として、第1のレーザー発振器21r、第2のレーザー発振器21g、及び第3のレーザー発振器21bを備えている。なお、以下の説明においては、第1乃至第3のレーザー発振器21r、21g、21bを総称して、単にレーザー発振器21と称する場合がある。これらレーザー発振器21は、各色の光を出射する半導体レーザー素子や固体レーザー素子によって構成することができる。そして、第1乃至第3のレーザー発振器21r、21g、21bから出射されるレーザー光は、それぞれ、波長642nmの赤色レーザー光、波長532nmの緑色レーザー光、及び波長457nmの青色レーザー光である狭帯域三原色波長域光とされている。

【0069】また、回折格子型プロジェクター装置11では、各レーザー発振器21によって出射された光の光路上に、それぞれ、赤色用コリメータレンズ22r、緑色用コリメータレンズ22g、及び青色用コリメータレンズ22bを備えている。なお、これらのコリメータレンズを総称して単にコリメータレンズ22と称する。そして、このコリメータレンズ22によって、各レーザー発振器21から出射された光が平行光とされ、シリンドリカルレンズ23に入射される。シリンドリカルレンズ23に入射された光は、このシリンドリカルレンズによってGLV24に集光される。

【0070】すなわち、回折格子型プロジェクター装置11においては、単一の光源からの光を利用しているのではなく、各レーザー発振器21によって3色の光をそれぞれ独立して出射する光源を備えている。また、回折格子型プロジェクター装置11においては、各レーザー発振器21によって出射された光が、コリメータレンズ22を介して直接シリンドリカルレンズ23に入射されるよう構成されている。

【0071】ここで、GLV24について説明する。まず、GLVの原理について説明する。GLVは、各種の半導体製造技術によって基板上に複数の微小ナリボンが形成されてなる。そして、各々のリボンは、圧電素子などによって自在に上昇又は下降することが可能とされている。このように構成されたGLVは、各リボンが高さ



を動的に駆動され、所定の波長域の光を照射されることによって、全体として位相型の回折格子（グレーティング）を構成している。すなわち、GLVは、光が照射されることによって±1次（もしくはさらに高次）の回折光を発生する。

【0072】そこで、このようなGLVに対して光を照射し、0次の回折光を遮光しておくことにより、GLVの各リボンを上下に駆動することによって回折光を点減させて、これにより画像を表示することが可能となる。

【0073】例えば、GLVの上述したような特性を利用して画像を表示する表示装置が各種提案されている。このような表示装置では、表示する平面画像の構成単位（以下、画素と称する。）を表示するに際して、6本程度のリボンで1画素を表示している。また、1画素に相当するリボンの組は、それぞれ隣接するリボン同士を交互に上昇又は下降させている。

【0074】しかしながら、GLVにおける各リボンを独立して配線し、各々独立して駆動することができれば、任意の一次元の位相分布を生成することができる。このように構成されたGLVは、反射型の一次元位相型空間変調器と考えることができる。

【0075】GLVを反射型の一次元位相型空間変調器として構成した場合は、例えば図4に示すように、GLV31の各リボン31をそれぞれ独立して駆動することにより、任意の位相分布を生成しておく。このGLV31に対して、位相が揃った所定の波長域の光を、図4中の矢印で示すように入射することによって、この入射光を変調して反射させ、図5に示すように、任意の一次元の波面を生成することができる。

【0076】このような原理を利用して構成されたGLV24は、図6に示すように、基板41上に、複数の微小なリボン42が形成されている。各リボン42は、駆動用の電気回路や配線などにより構成された駆動部43を備え、この駆動部43により、基板41の主面に対して上昇又は下降自在に駆動される。

【0077】また、GLV24において、各リボン42は、一次元的に配設されており、リボン列を構成している。リボン列は、入射される光の波長域毎に複数配設されている。具体的には、例えば図6に示す例において、GLV24は、赤色光、緑色光、及び青色光の3色の光が入射されるよう構成されており、これらの光が入射される位置に、それぞれ、赤色用リボン列44r、緑色用リボン列44g、青色用リボン列44bが互いに平行となる位置に並んで配設されている。なお、以下では、これらのリボン列44r、44g、44bを総称して、単にリボン列44と称する。

【0078】そして、各リボン列44は、各リボン42が独立して駆動可能とされており、それぞれ、図4及び図5で説明したように、任意の位相分布を生成することが可能とされている。したがって、GLV24は、入射

された赤色光、緑色光、及び青色光に対して、それぞれ赤色用リボン列44r、緑色用リボン列44g、及び青色用リボン列44bにより、各色毎に独立して任意の一次元の波面を生成することができる。

【0079】したがって、GLV24は、入射された3色の光をそれぞれ、赤色用リボン列44r、緑色用リボン列44g、及び青色用リボン列44bによって空間的に変調し、任意の一次元的な波面として反射する。すなわち、GLV24は、表示装置30において、空間変調器としての機能を果たしている。

【0080】以上のように構成されたGLV24は、各種の半導体製造技術を用いて微小に製造することができ、極めて高速に動作させることができる。したがって、例えば、画像表示装置における空間変調器として用いるに好適とすることができる。また、GLV24は、変換する波長域の光毎にリボン列44を備え、これらリボン列44が基板41上に一体的に備えられていることから、画像表示装置における空間変調器として用いた場合に、部品点数を削減することができるだけでなく、各波長域の光毎にリボン列を位置合わせすることを不要とすることができる。

【0081】また、回折格子型プロジェクター装置11では、GLV24によって変調されて反射された光が再びシリンドリカルレンズ23に入射されるとともに、このシリンドリカルレンズ23によって平行光とされる。そして、シリンドリカルレンズ23によって平行光とされた光の光路上に、第1の体積型ホログラム素子25aと、第2の体積型ホログラム素子25bとを備える。

【0082】これら第1及び第2の体積型ホログラム素子25a、25bは、例えば、第1の体積型ホログラム素子25aによって赤色光WRを回折させるとともに、第2の体積型ホログラム素子25bによって青色光WBを赤色光WRと同一の方向に回折させる。また、これら第1及び第2の体積型ホログラム素子25a、25bは、緑色光WGを回折せずに直進して透過させ、赤色光WRと同一の方向に出射させるようにする。このようにして、GLV24によって変調された3色の光を合波して一定の方向に出射する。すなわち、この回折格子型プロジェクター装置11においては、これら第1及び第2の体積型ホログラム素子25a、25bによって、合波機構が構成されているといえる。

【0083】そして、第1及び第2の体積型ホログラム素子25a、25bによって合波された光は、ガルバノミラー26によって所定の方向に走査され、投影レンズ27を介してプロジェクター用スクリーン1に投影される。これにより、回折格子型プロジェクター装置11は、このプロジェクター用スクリーン1にカラー表示された画像を表示するよう構成されている。

【0084】以上において説明したように、本発明を適用したプロジェクター用スクリーン1では、回折格子型

プロジェクター装置11から出射された三原色波長域光が、保護膜5、光拡散層4を通過して光学薄膜3に入射し、当該光学薄膜3により反射される。そして、この反射光は再び光拡散層4に入射し、所定の比率で拡散され、拡散反射光として保護膜5を通過して出射される。また、光拡散層4で拡散されなかった反射光は反射スペキュラー成分として保護膜5を通過して出射される。これにより、プロジェクター用スクリーン1からの反射光としては、反射スペキュラー成分と散乱反射光とが存在することになるため、観察者は反射スペキュラー成分以外にも散乱反射光を観察することが可能となり、視野特性が大幅に改善される。その結果、観察者は自然な画像を視認することが可能になる。

【0085】また、反射スペキュラー成分及び散乱反射光は、光学薄膜3で反射された光であり、光学薄膜3では所定の波長域の光、すなわち三原色波長光のみが反射されるため、反射スペキュラー成分及び散乱反射光も三原色波長光のみとなる。したがって、プロジェクター用スクリーン1に外光が入射した場合においても、三原色波長光以外の光は反射光とならないため、外光に起因した画像のコントラストの低下や外光の映り込みを効果的に低減することができるとともに明るい画像を得ることができる。その結果、このプロジェクター用スクリーン1では、映写環境が明るい場合においても明瞭な画像が得られ、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を提供することが可能である。

【0086】次に、上述したプロジェクター用スクリーン1の変形例について説明する。図7は、プロジェクター用スクリーンの他の構成例であるプロジェクター用スクリーン51を示す断面図である。なお、図7において図1と同じ部材については図1と同様の符号を付することにより詳細な説明を省略し、図1と異なる部分についてのみ説明する。プロジェクター用スクリーン51は、透明基板であるスクリーン基板52上に帯域フィルターとして機能する誘電体多層膜である光学薄膜3を備えるものであり、当該光学薄膜3上には、光拡散層4が設けられ、さらにその上には保護膜5が形成されている。また、スクリーン基板52の裏面には、黒色塗装膜により光吸収層53が形成されている。すなわち、プロジェクター用スクリーン2においては、黒色塗装膜が光吸収層53として機能し、光学薄膜3及びスクリーン基板52を透過した光を反射させずに吸収して黒レベルを高め、コントラストを向上させることができる。

【0087】プロジェクター用スクリーン51においても、光学薄膜3を備えることにより、光源から出射された三原色波長域光が、保護膜5、光拡散層4を通過して光学薄膜3に入射し、当該光学薄膜3により反射される。そして、この反射光は再び光拡散層4に入射し、所定の比率で拡散され、拡散反射光として保護膜5を通過して出射される。また、光拡散層4で拡散されなかった

反射光は反射スペキュラー成分として保護膜5を通過して出射される。そして、光学薄膜3で反射されなかった光は、スクリーン基板52を透過し、黒色塗装膜により形成された光吸収層53において吸収される。これにより、プロジェクター用スクリーン1からの反射光としては、三原色波長域光からなる反射スペキュラー成分と散乱反射光とが存在することになるため、観察者は反射スペキュラー成分以外にも散乱反射光を観察することが可能となり、視野特性が大幅に改善される。その結果、観察者は自然な画像を視認することが可能になる。そして、このように構成されたプロジェクター用スクリーン2においても、プロジェクター用スクリーン1と同様に映写環境が明るい場合においても明瞭な画像が得られ、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を提供することが可能である。

【0088】以上のようなプロジェクター用スクリーン51は、次のようにして作製することができる。

【0089】まず、スクリーン基板として透明基板からなるスクリーン基板52を用意し、当該スクリーン基板52の一方の表面に誘電体多層膜からなる光学薄膜3を形成する。

【0090】光学薄膜3は、誘電体多層膜として形成し、図7に示すように高屈折率物質からなる誘電体薄膜である高屈折率層H1～H51と、低屈折率物質からなる誘電体薄膜である低屈折率層L1～L50とを交互に101層積層してACスパッタリングにより形成する。このとき、光学薄膜3は、マトリクス法に基づいたシミュレーションにより青色波長域、緑色波長域及び赤色波長域の三原色波長域において高反射特性、また、これら以外の波長域においては高透過特性、すなわち低反射特性を有するように膜厚設計し、各高屈折率層H及び低屈折率層Lの各層の厚みを設定した上で形成する。

【0091】そして、このように形成した光学薄膜3上に所定の大きさのビーズが配列された光拡散層4を形成し、さらにその上に保護膜5を形成する。また、スクリーン基板52の裏面、すなわち、光学薄膜3を形成した側と反対側の主面に黒色塗装を施すことにより光吸収層53を形成する。以上により、プロジェクター用スクリーン51を作製することができる。なお、光拡散層4及び保護膜5は従来公知の方法により形成することができる。

【0092】

【実施例】以下においては、具体的な実施例に基づいて本発明をより詳細に説明する。なお、本発明は、下記の実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

【0093】本実施例では、本発明にかかる投影用スクリーンとして、狭帯域三原色波長帯域フィルターとしての機能を有する光学薄膜を備えた回折格子型プロジェクター用スクリーンを構成した。この回折格子型プロジェ

クター用スクリーンは、例えば上述した図3に示す回折格子型プロジェクターの投影用に用いることができる。

【0094】回折格子型プロジェクター用スクリーン61は、スクリーン基板として厚み188 $\mu$ mの黒色PETからなるスクリーン基板62を用意し、当該スクリーン基板62の一方の表面に誘電体多層膜からなる光学薄膜63を形成することにより作製した。

【0095】光学薄膜63は、誘電体多層膜として形成し、図8に示すように高屈折率物質であるNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>からなる誘電体薄膜である高屈折率層H101~H151と、低屈折率物質であるSiO<sub>2</sub>からなる誘電体薄膜である低屈折率層L101~L150とを交互に101層積層してACスパッタリングにより形成した。本実施例においては、波長460nm近傍の青色波長、波長520nm近傍の緑色波長、波長620nm近傍の赤色波長の三原色波長域において高反射特性、すなわち高反射率を有するようにマトリクス法に基づいたシミュレーションにより光学薄膜63の各層の膜厚設計を行った。各層の膜厚を表1に示す。

【0096】

【表1】

20

\*

30

| 層   | 材質                             | 膜厚    | 層   | 材質                             | 膜厚    |
|-----|--------------------------------|-------|-----|--------------------------------|-------|
| H1  | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 58.10 | H27 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 18.95 |
| L1  | SiO <sub>2</sub>               | 52.37 | L27 | SiO <sub>2</sub>               | 44.61 |
| H2  | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 7.37  | H28 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 23.90 |
| L2  | SiO <sub>2</sub>               | 59.39 | L28 | SiO <sub>2</sub>               | 25.88 |
| H3  | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 27.24 | H29 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 26.39 |
| L3  | SiO <sub>2</sub>               | 20.71 | L29 | SiO <sub>2</sub>               | 25.80 |
| H4  | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 16.68 | H30 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 21.31 |
| L4  | SiO <sub>2</sub>               | 32.70 | L30 | SiO <sub>2</sub>               | 37.21 |
| H5  | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 25.72 | H31 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 11.22 |
| L5  | SiO <sub>2</sub>               | 24.18 | L31 | SiO <sub>2</sub>               | 35.85 |
| H6  | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 18.55 | H32 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 26.10 |
| L6  | SiO <sub>2</sub>               | 37.34 | L32 | SiO <sub>2</sub>               | 17.78 |
| H7  | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 15.23 | H33 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 18.23 |
| L7  | SiO <sub>2</sub>               | 32.47 | L33 | SiO <sub>2</sub>               | 43.30 |
| H8  | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 18.00 | H34 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 18.41 |
| L8  | SiO <sub>2</sub>               | 30.08 | L34 | SiO <sub>2</sub>               | 25.71 |
| H9  | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 28.90 | H35 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 31.28 |
| L9  | SiO <sub>2</sub>               | 25.28 | L35 | SiO <sub>2</sub>               | 33.68 |
| H10 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 29.03 | H36 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 15.16 |
| L10 | SiO <sub>2</sub>               | 35.72 | L36 | SiO <sub>2</sub>               | 45.83 |
| H11 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 17.04 | H37 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 30.31 |
| L11 | SiO <sub>2</sub>               | 51.78 | L37 | SiO <sub>2</sub>               | 18.10 |
| H12 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 22.28 | H38 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 23.69 |
| L12 | SiO <sub>2</sub>               | 28.42 | L38 | SiO <sub>2</sub>               | 41.09 |
| H13 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 28.59 | H39 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 18.80 |
| L13 | SiO <sub>2</sub>               | 22.69 | L39 | SiO <sub>2</sub>               | 41.33 |
| H14 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 21.62 | H40 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 18.34 |
| L14 | SiO <sub>2</sub>               | 39.71 | L40 | SiO <sub>2</sub>               | 28.99 |
| H15 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 9.87  | H41 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 32.77 |
| L15 | SiO <sub>2</sub>               | 38.31 | L41 | SiO <sub>2</sub>               | 25.90 |
| H16 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 26.04 | H42 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 20.98 |
| L16 | SiO <sub>2</sub>               | 16.02 | L42 | SiO <sub>2</sub>               | 42.91 |
| H17 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 24.13 | H43 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 18.30 |
| L17 | SiO <sub>2</sub>               | 42.58 | L43 | SiO <sub>2</sub>               | 41.13 |
| H18 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 17.13 | H44 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 24.01 |
| L18 | SiO <sub>2</sub>               | 30.78 | L44 | SiO <sub>2</sub>               | 21.16 |
| H19 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 30.57 | H45 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 22.88 |
| L19 | SiO <sub>2</sub>               | 27.74 | L45 | SiO <sub>2</sub>               | 21.12 |
| H20 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 15.62 | H46 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 25.34 |
| L20 | SiO <sub>2</sub>               | 44.34 | L46 | SiO <sub>2</sub>               | 28.41 |
| H21 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 25.51 | H47 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 9.11  |
| L21 | SiO <sub>2</sub>               | 23.62 | L47 | SiO <sub>2</sub>               | 41.14 |
| H22 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 23.41 | H48 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 20.58 |
| L22 | SiO <sub>2</sub>               | 36.27 | L48 | SiO <sub>2</sub>               | 20.37 |
| H23 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 16.25 | H49 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 12.77 |
| L23 | SiO <sub>2</sub>               | 34.01 | L49 | SiO <sub>2</sub>               | 43.49 |
| H24 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 17.15 | H50 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 34.68 |
| L24 | SiO <sub>2</sub>               | 30.60 | L50 | SiO <sub>2</sub>               | 23.66 |
| H25 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 26.53 | H51 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 31.46 |
| L25 | SiO <sub>2</sub>               | 21.38 |     |                                |       |
| H26 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 26.66 |     |                                |       |
| L26 | SiO <sub>2</sub>               | 39.37 |     |                                |       |

また、光学薄膜3の形成条件を以下に示す。

【0097】

光学薄膜形成条件

高屈折率層の屈折率 :  $n_H = 2.4065$  (波長405.0nm)

2.259 (波長546.1nm)

2.224 (波長632.8nm)

低屈折率層の屈折率 :  $n_L = 1.479$  (波長405.0nm)

1.468 (波長546.1nm)

1.4654 (波長632.8nm)

高屈折率層の層数 : 51層

低屈折率層の層数 : 50層

真空(空気)の屈折率 :  $n_0 = 1$

スクリーン基板の屈折率 :  $n_g = 1.71$

【0098】そして、光学薄膜63の形成後、当該光学薄膜63上に粒径200 $\mu$ mのビーズが配列された光拡散層64を形成した。

【0099】以上のようにして作製したプロジェクター用スクリーン61について、波長域380nm~780nm※50

※nmの範囲においての反射率特性を測定した。スクリーンに対する光の入射角は0°とした。その結果を図9に示す。

【0100】図9より判るようにプロジェクター用スクリーン61では、波長460nm近傍の青色波長、波長

520nm近傍の緑色波長、波長620nm近傍の赤色波長の三原色波長域において略90%の高反射率を示しており、またその他の波長域においては高くても略30%程度の反射率を示している。これらのことから、プロジェクター用スクリーン61は、波長460nm近傍の青色波長、波長520nm近傍の緑色波長、波長620nm近傍の赤色波長の三原色波長光を選択的に反射し、これら以外の波長域の光は透過してさせていることが判る。したがって、プロジェクター用スクリーン61では、マトリクス法に基づいたシミュレーションにより各層の膜厚設計を行った光学薄膜63を備えることにより、特定波長帯の光に対して高反射特性を有し、該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有するプロジェクター用スクリーンが実現されているといえる。

#### 【0101】

【発明の効果】本発明に係る投影用スクリーンは、光源からの光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、特定波長帯の光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する誘電体多層膜からなる光学薄膜を備え、該光学薄膜はマトリクス法に基づいたシミュレーションにより上記誘電体多層膜の各層の膜厚設計がされてなるものである。

【0102】また、本発明に係る投影用スクリーンの製造方法は、誘電体多層膜からなる光学薄膜を備え、光源からの光を投影して画像を表示する投影用スクリーンの製造方法であって、マトリクス法に基づいたシミュレーションにより特定波長帯の光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有するように上記誘電体多層膜の各層の膜厚を設計するものである。

【0103】以上のように構成された本発明に係る投影用スクリーンは上記のような光学薄膜を備えるため、特定波長帯の光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有

する。

【0104】したがって、この投影用スクリーンにおいては、通常のスクリーンに比べて大幅に外光の反射を抑えることができ、その結果、投影用スクリーン上に形成される画像のコントラストの低下や外光の映り込みを効果的に低減することができるとともに明るい画像を得ることができる。したがって、本発明によれば、映写環境が明るい場合においても明瞭な画像が得られ、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を提供することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用して構成したプロジェクター用スクリーンの一構成例を示す断面図である。

【図2】多層薄膜の模式図である。

【図3】回折格子型プロジェクター装置の構成を説明する概略構成図である。

【図4】GLVに光が入射する状態を示す概念図である。

【図5】GLVでの反射光の状態を示す概念図である。

【図6】GLVの一構成例を示す平面図である。

【図7】本発明を適用して構成したプロジェクター用スクリーンの他の構成例を示す断面図である。

【図8】実施例に係るプロジェクター用スクリーンの構成を示す断面図である。

【図9】実施例に係るプロジェクター用スクリーンの波長と反射率との関係を示す特性図である。

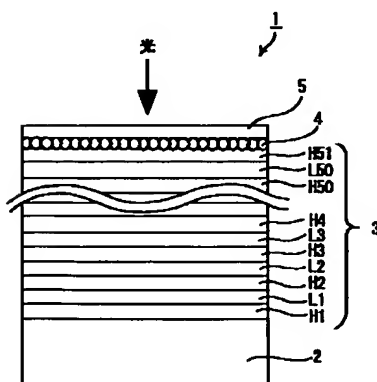
【図10】従来のスクリーンの一構成例を示す断面図である。

【図11】従来のスクリーンの他の構成例を示す断面図である。

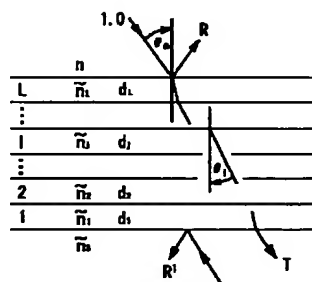
#### 【符号の説明】

- 1 プロジェクター用スクリーン
- 2 スクリーン基板
- 3 光学薄膜、
- 4 光拡散層
- 5 保護膜

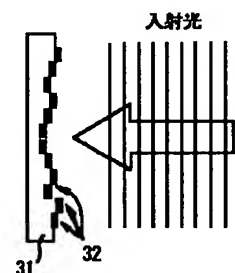
【図1】



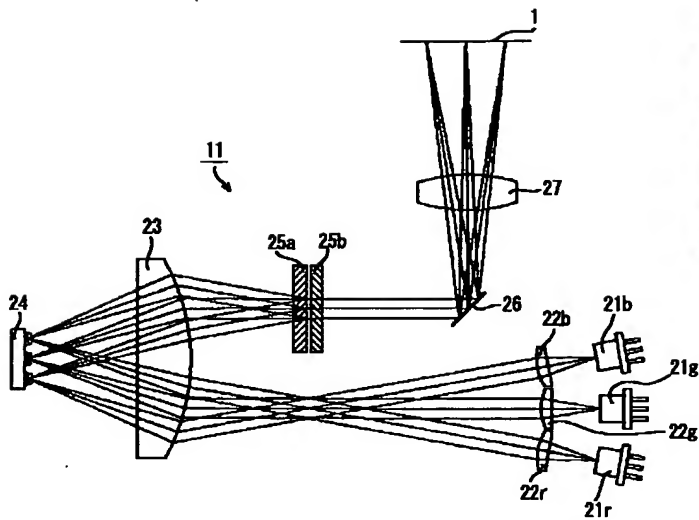
【図2】



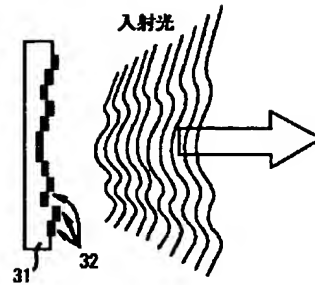
【図4】



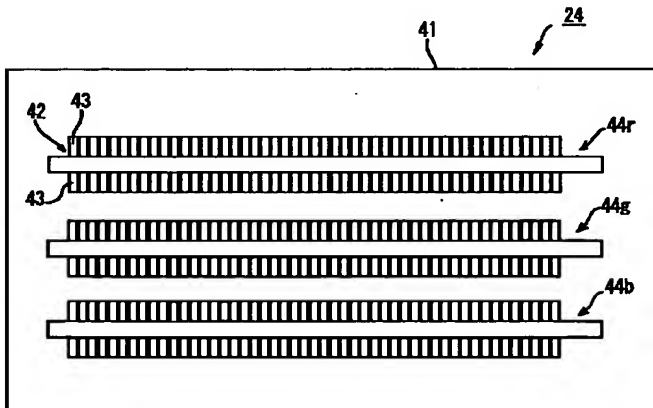
【図3】



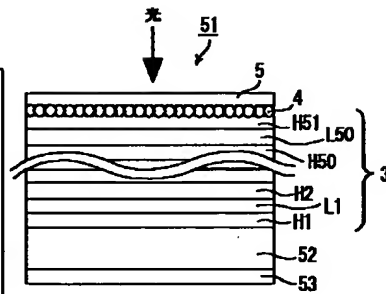
【図5】



【図6】



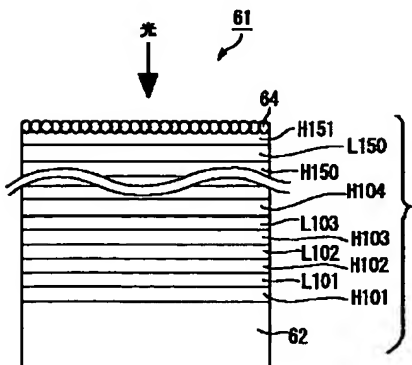
【図7】



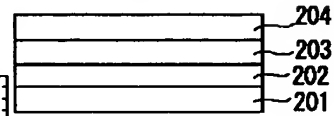
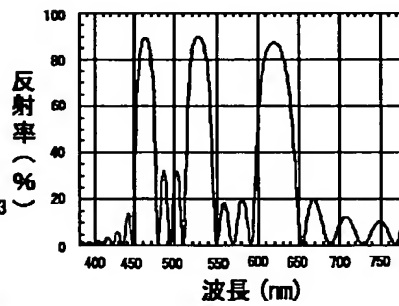
【図11】



【図8】



【図9】



【図10】

